FACTSHEET

HORTICULTURE

ORDER NO. 01-015

JUNE 2003

AGDEX 092

Ontario Ministry of Agriculture and Food

EFFECTS OF AIR POLLUTION ON AGRICULTURAL CROPS

H. Griffiths

(Revision of Factsheet *Air Pollution on Agricultural Crops*, Order No. 85-002; Printed June, 2003)

Agricultural crops can be injured when exposed to high concentrations of various air pollutants. Injury ranges from visible markings on the foliage, to reduced growth and yield, to premature death of the plant. The development and severity of the injury depends not only on the concentration of the particular pollutant, but also on a number of other factors. These include the length of exposure to the pollutant, the plant species and its stage of development as well as the environmental factors conducive to a build-up of the pollutant and to the preconditioning of the plant, which make it either susceptible or resistant to injury.

AIR POLLUTION PROBLEMS IN ONTARIO

In Ontario, air pollutants injurious to vegetation can generally be classed as either local or widespread. Local pollutants are those emitted from a specific stationary source and result in a well-defined zone of vegetation injury or contamination. Most common among the local pollutants are sulfur dioxide, fluorides, ammonia and particulate matter. Widespread pollutants consist primarily of "oxidants". Ozone, the major component of oxidants, is produced in the atmosphere during a complex reaction involving nitrogen oxides and reactive hydrocarbons, components of automobile exhausts and fossil fuel combustion. As this process proceeds only in sunlight, it is called a photo-chemical reaction. The vegetation injury, which can result from oxidant build-up in the air, can occur over large rural areas covering hundreds of square kilometres.

EFFECTS OF AIR POLLUTION ON PLANTS

Air pollution injury to plants can be evident in several ways. Injury to foliage may be visible in a short time and appear as necrotic lesions (dead tissue), or it can develop slowly as a yellowing or chlorosis of the leaf. There may be a reduction in growth of various portions of a plant. Plants may be killed outright, but they usually do not succumb until they have suffered recurrent injury.

OXIDANTS

Ozone is the main pollutant in the oxidant smog complex. Its effect on plants was first observed in the Los Angeles area in 1944. Since then, ozone injury to vegetation has been reported and documented in many areas throughout North America, including the southwestern and central regions of Ontario. Throughout the growing season, particularly July and August, ozone levels vary significantly. Periods of high ozone are associated with regional southerly air flows that are carried across the lower Great Lakes after passing over many urban and industrialised areas of the United States. Localized, domestic ozone levels also contribute to the already high background levels. Injury levels vary annually and white bean, which are particularly sensitive, are often used as an indicator of damage. Other sensitive species include cucumber, grape, green bean, lettuce, onion, potato, radish, rutabagas, spinach, sweet corn, tobacco and tomato. Resistant species include endive, pear and apricot.

FIGURE 1. Ozone injury to soybean foliage.

Ozone symptoms (*Figure 1*) characteristically occur on the upper surface of affected leaves and appear as a flecking, bronzing or bleaching of the leaf tissues. Although yield reductions are usually with visible foliar injury, crop loss can also occur without any sign of pollutant stress. Conversely, some crops can sustain visible foliar injury without any adverse effect on yield.

Susceptibility to ozone injury is influenced by many environmental and plant growth factors. High relative humidity, optimum soil-nitrogen levels and water availability increase susceptibility. Injury development on broad leaves also is influenced by the stage of maturity. The youngest leaves are resistant. With expansion, they become successively susceptible at middle and basal portions. The leaves become resistant again at complete maturation.

SULFUR DIOXIDE

Major sources of sulfur dioxide are coal-burning operations, especially those providing electric power and space heating. Sulfur dioxide emissions can also result from the burning of petroleum and the smelting of sulfur containing ores.

Sulfur dioxide enters the leaves mainly through the stomata (microscopic openings) and the resultant injury is classified as either acute or chronic. Acute injury (*Figure 2*) is caused by absorption of high concentrations of sulfur dioxide in a relatively short time. The symptoms appear as 2-sided (bifacial) lesions that usually occur between the veins and occasionally along the margins of the leaves. The colour of the necrotic area can vary from a light tan or near white to an orange-red or brown depending on the time of year, the plant species affected and weather conditions. Recently expanded leaves usually are the most sensitive to acute sulfur dioxide injury, the very youngest and oldest being somewhat more resistant.

FIGURE 2. Acute sulfur dioxide injury to raspberry. Note that the injury occurs between the veins and that the tissue nearest the vein remains healthy.

Chronic injury is caused by long-term absorption of sulfur dioxide at sub-lethal concentrations. The symptoms appear as a yellowing or chlorosis of the leaf, and occasionally as a bronzing on the under surface of the leaves.

Different plant species and varieties and even individuals of the same species may vary considerably in their sensitivity to sulfur dioxide. These variations occur because of the differences in geographical location, climate, stage of growth and maturation. The following crop plants are generally considered susceptible to sulfur dioxide: alfalfa, barley, buckwheat, clover, oats, pumpkin, radish, rhubarb, spinach, squash, Swiss chard and tobacco. Resistant crop plants include asparagus, cabbage, celery, corn, onion and potato.

FLUORIDE

Fluorides are discharged into the atmosphere from the combustion of coal; the production of brick, tile, enamel frit, ceramics, and glass; the manufacture of aluminium and steel; and the production of hydrofluoric acid, phosphate chemicals and fertilizers.

Fluorides absorbed by leaves are conducted towards the margins of broad leaves (grapes) and to the tips of monocotyledonous leaves (gladiolus). Little injury takes place at the site of absorption, whereas the margins or the tips of the leaves build up injurious concentrations. The injury (*Figure 3*) starts as a gray or light-green water-soaked lesion, which turns tan to reddish-brown. With continued exposure the necrotic areas increase in size, spreading inward to the midrib on broad leaves and downward on monocotyledonous leaves.

FIGURE 3. Fluoride injury to plum foliage. The fluoride enters the leaf through the stomata and is moved to the margins where it accumulates and causes tissue injury. Note, the characteristic dark band separating the healthy (green) and injured (brown) tissues of affected leaves.

Studies of susceptibility of plant species to fluorides show that apricot, barley (young), blueberry, peach (fruit), gladiolus, grape, plum, prune, sweet corn and tulip are most sensitive. Resistant plants include alfalfa, asparagus, bean (snap), cabbage, carrot, cauliflower, celery, cucumber, eggplant, pea, pear, pepper, potato, squash, tobacco and wheat.

AMMONIA

Ammonia injury to vegetation has been observed frequently in Ontario in recent years following accidents involving the storage, transportation or application of anhydrous and aqua ammonia fertilizers. These episodes usually release large quantities of ammonia into the atmosphere for brief periods of time and cause severe injury to vegetation in the immediate vicinity.

Complete system expression on affected vegetation usually takes several days to develop, and appears as irregular, bleached, bifacial, necrotic lesions. Grasses often show reddish, interveinal necrotic streaking or dark upper surface discolouration. Flowers, fruit and woody tissues usually are not affected, and in the case of severe injury to fruit trees, recovery through the production of new leaves can occur (*Figure 4*). Sensitive species include apple, barley, beans, clover, radish, raspberry and soybean. Resistant species include alfalfa, beet, carrot, corn, cucumber, eggplant, onion, peach, rhubarb and tomato.

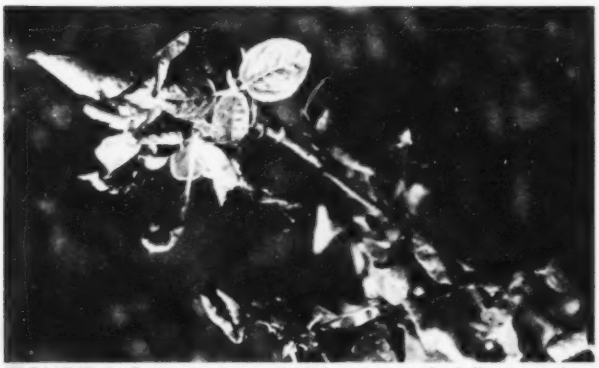

FIGURE 4. Severe ammonia injury to apple foliage and subsequent recovery through the production of new leaves following the fumigation.

PARTICULATE MATTER

Particulate matter such as cement dust, magnesium-lime dust and carbon soot deposited on vegetation can inhibit the normal respiration and photosynthesis mechanisms within the leaf. Cement dust may cause chlorosis and death of leaf tissue by the combination of a thick crust and alkaline toxicity produced in wet weather. The dust coating (*Figure 5*) also may affect the normal action of pesticides and other agricultural chemicals applied as sprays to foliage. In addition, accumulation of alkaline dusts in the soil can increase soil pH to levels adverse to crop growth.

FIGURE 5. Cement-dust coating on apple leaves and fruit. The dust had no injurious effect on the foliage, but inhibited the action of a pre-harvest crop spray.

INVESTIGATION OF AIR-POLLUTION INJURY TO VEGETATION

The Ministry of the Environment monitors air quality at 33 stations across the province. The sites are set in both urban and rural settings and monitor the 6 most common air pollutants: sulfur dioxide, ozone, nitrogen dioxide, total reduced sulfur compounds, carbon monoxide and suspended particles. The sites are monitored in real-time on an hourly basis. Pollutant concentrations are converted into an Air Quality Index (AQI) with a lower AQI translating into cleaner air. AQI values above 50 can cause crop injury.

INFORMATION ON ONTARIO AIR QUALITY

For an English recording of Air Quality readings and forecasts, dial 1-800-387-7768 or (416) 246-0411(in Toronto). For a French recording, dial 1-800-221-8852.

For general public inquiries about the Air Quality Index, call (416) 235-6051 or send an e-mail to officaq@ene.gov.on.ca.

For more information on air quality, visit the ministry's Web site at www.ene.gov.on.ca or contact the Public Information Centre at 1-800-565-4923 or (416) 325-4000 (in Toronto).

This Factsheet was originally written by **R.G. Pearson** and **S.N. Linzon** of the Ministry of the Environment and updated by **Heather Griffiths,** Integrated Pest Management Modelling Specialist, OMAF, Ridgetown.

Agricultural Information Contact Centre
1-877-424-1300
ag.info@omaf.gov.on.ca

www.omaf.gov.on.ca

POD
ISSN 1198-712X
Également disponible en français
(commande n° 01-016)

FICHE TECHNIQUE

HORTICULTURE

COMMANDE N° 01-016

JUIN 2003

AGDEX 092

Ontario Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation

EFFETS DE LA POLLUTION ATMOSPHÉRIQUE SUR LES CULTURES AGRICOLES

H. Griffiths

(En remplacement de la fiche n° 96-168, qui porte le même titre; imprimée en juin 2003)

Les cultures agricoles peuvent être lésées par l'exposition à des concentrations élevées de polluants atmosphériques. Les dommages peuvent aller de marques visibles sur le feuillage à la mort prématurée du plant en passant par un ralentissement de croissance et une baisse de rendement. L'apparition et la gravité des dommages dépendent non seulement de la concentration du polluant en cause, mais aussi d'un certain nombre de facteurs dont la durée de l'exposition au polluant, l'espèce végétale affectée et son stade de croissance. Différents facteurs environnementaux influencent aussi l'accumulation du polluant, la prédisposition des végétaux et la plus ou moins grande sensibilité ou résistance qu'ils affichent.

PROBLÈMES DE POLLUTION DE L'AIR EN ONTARIO

En Ontario, on peut généralement regrouper les polluants atmosphériques nuisibles à la végétation en deux catégories : les polluants locaux et les polluants de fond. Les polluants locaux proviennent de sources ponctuelles; leurs effets se manifestent dans une zone bien délimitée où la végétation est soit endommagée, soit contaminée. Les polluants locaux les plus courants sont l'anhydride sulfureux, les fluorures, l'ammoniac et les particules. Les polluants de fond sont essentiellement des « oxydants ». L'ozone, principal constituant des agents oxydants, est produit dans l'atmosphère au cours d'une réaction complexe à laquelle participent des oxydes d'azote et des hydrocarbures réactifs, issus des gaz d'échappement des automobiles et de la combustion des combustibles fossiles. Comme cette réaction ne se produit qu'en présence du rayonnement solaire, on parle de réaction photochimique. Les répercussions sur la végétation de l'accumulation d'oxydants dans l'atmosphère peuvent être constatées sur de vastes superficies allant jusqu'à des centaines de kilomètres carrés.

EFFETS DE LA POLLUTION ATMOSPHÉRIQUE SUR LES VÉGÉTAUX

Les dommages causés par la pollution atmosphérique peuvent se manifester de plusieurs façons. Ils peuvent apparaître rapidement sur le feuillage, sous la forme de lésions nécrotiques (tissus morts). Ils peuvent aussi être lents à se manifester et entraîner le jaunissement ou la chlorose de la feuille. On peut aussi remarquer un ralentissement de croissance au niveau de différentes parties de la plante. Il arrive que les plants meurent tout de suite, mais la mort se produit habituellement après des attaques répétées.

OXYDANTS

L'ozone est le principal polluant dans un complexe de smog oxydant. Ses effets sur les plantes ont été observés pour la première fois dans la région de Los Angeles en 1944. Depuis, les dommages causés par l'ozone ont été signalés et documentés dans de nombreuses régions de l'Amérique du Nord, y compris dans le Sud-Ouest et le centre de l'Ontario. La teneur en ozone de l'atmosphère varie considérablement au cours de la saison de végétation, particulièrement en juillet et en août. Habituellement, on associe les périodes pendant lesquelles le niveau d'ozone est élevé aux grandes masses d'air provenant du sud qui se déplacent au-dessus des Grands Lacs inférieurs après avoir amassé des polluants de nombreuses zones urbaines et industrielles des États-Unis. De plus, les concentrations d'ozone locales contribuent à aggraver la situation encore davantage. L'ampleur des dommages diffère d'une année à l'autre, et l'on utilise souvent le haricot blanc comme culture indicatrice du niveau de dommages à cause de sa grande sensibilité. Outre le haricot blanc, les cultures suivantes sont aussi considérées comme sensibles : le concombre, la vigne, le haricot vert, la laitue, l'oignon, la pomme de terre, le radis, le rutabaga, l'épinard, le maïs sucré, le tabac, et la tomate. Les espèces résistantes comprennent l'endive, le poirier et l'abricotier.

FIGURE 1. Dommages sur le feuillage du soya.

Les symptômes de la pollution par l'ozone (*figure 1*) se manifestent habituellement sur la face supérieure des feuilles. Des picots apparaissent ou le feuillage devient bronze ou décoloré. Même si des baisses de rendement sont habituellement associées à des blessures foliaires visibles, il arrive qu'on subisse des pertes de récolte en l'absence de tout signe de stress attribuable à un polluant. D'un autre côté, il arrive aussi que certaines cultures souffrent de blessures foliaires sans que leur rendement ne soit affecté.

La sensibilité à l'ozone est influencée par de nombreux facteurs liés à l'environnement et à la croissance. Cette sensibilité est plus grande quand l'humidité relative est élevée, quand le sol renferme un niveau optimal d'azote et que l'eau est disponible. Chez les dicotylédones, la sensibilité à l'ozone dépend aussi de la maturité. Les feuilles les plus jeunes sont résistantes. En se développant, elles deviennent successivement sensibles dans leur partie médiane et basale. Les feuilles deviennent à nouveau résistantes une fois qu'elles sont parvenues à complète maturité.

ANHYDRIDE SULFUREUX

Les exploitations alimentées au charbon, surtout celles qui fournissent de l'électricité et de l'énergie pour le chauffage, sont les principales sources d'anhydride sulfureux. Les émissions d'anhydride sulfureux peuvent aussi provenir de la combustion du pétrole et de la fusion des minerais renfermant du soufre.

L'anhydride sulfureux pénètre dans les feuilles principalement par les stomates (ouvertures microscopiques). Il peut occasionner des blessures aiguës ou chroniques. Les blessures aiguës (*figure 2*) sont causées par l'absorption de fortes concentrations d'anhydride sulfureux en relativement peu de temps. Les symptômes se manifestent sous forme de lésions apparentes sur les deux faces des feuilles, habituellement entre les nervures et occasionnellement sur le pourtour des feuilles. La couleur de la zone nécrotique peut varier d'ocre clair ou presque blanc à rouge orangé ou brun, selon l'époque de l'année, l'espèce végétale et les conditions météorologiques. Les feuilles récemment déployées sont habituellement les plus sensibles aux blessures aiguës causées par l'anhydride sulfureux alors que les feuilles les plus jeunes et les feuilles les plus vieilles semblent y résister davantage.

FIGURE 2. Blessures aiguës causés à des feuilles de framboisiers par l'anhydride sulfureux. À noter que les dommages affectent les tissus internervals (parenchyme) mais que les tissus tout près des nervures restent sains.

Les blessures chroniques sont causées par l'absorption prolongée d'anhydride sulfureux à des concentrations sublétales. Les symptômes se manifestent par le jaunissement ou la chlorose des feuilles et, occasionnellement, par la coloration bronze de la face inférieure des feuilles.

La sensibilité à l'anhydride sulfureux varie énormément d'une espèce à l'autre, d'un cultivar à l'autre et même d'un individu à l'autre au sein de la même espèce. Ces variations sont attribuables à des différences d'emplacement, de climat, de stade de croissance et de maturité. Les plantes généralement considérées comme sensibles à l'anhydride sulfureux comprennent la luzerne, l'orge, le sarrasin, le trèfle, l'avoine, la citrouille, le radis, la rhubarbe, l'épinard, la courge, la bette à cardes et le tabac. Parmi les cultures résistantes, on trouve l'asperge, le chou, le céleri, le maïs, l'oignon et la pomme de terre.

FLUORURE

Les fluorures peuvent être rejetés dans l'atmosphère à la suite de la combustion du charbon, de la production de briques, de tuiles, d'émail, de céramique et de verre, de la fabrication d'aluminium et d'acier, et de la production

d'acide fluorhydrique, de produits chimiques phosphatés et d'engrais.

Les fluorures absorbés par les feuilles sont transportés vers le bord des feuilles chez les dicotylédones (vignes), et vers l'extrémité des feuilles chez les monocotylédones (glaïeuls). Peu de dommages sont causés au point d'absorption. Par contre, les concentrations qu'atteignent les fluorures sur le pourtour ou à l'extrémité des feuilles sont suffisantes pour causer des dommages. La blessure (*figure 3*) se manifeste par une lésion aqueuse grise ou vert pâle qui prend peu à peu une coloration allant de l'ocre au brun rougeâtre. Sous l'effet d'une exposition prolongée, la zone nécrotique s'élargit et s'étale soit vers le milieu de la feuille jusqu'à la nervure médiane chez les dicotylédones, soit vers la base chez les monocotylédones.

FIGURE 3. Blessures occasionnées au feuillage du prunier par les fluorures. Ceux-ci pénètrent dans les feuilles par les stomates et sont transportés jusque sur le pourtour des feuilles où ils s'accumulent et endommagent les tissus. Sur les feuilles atteintes, une bande sombre caractéristique sépare les tissus sains (verts) des tissus endommagés (bruns).

Les études sur la sensibilité des espèces aux fluorures montrent que l'abricotier, l'orge (jeune), le bleuet, le fruit du pêcher, le glaïeul, la vigne, le prunier, le pruneautier, le maïs sucré et la tulipe sont les plus sensibles. Les plantes résistantes comprennent la luzerne, l'asperge, le haricot mange-tout, le chou, la carotte, le chou-fleur, le céleri, le concombre, l'aubergine, les pois, le poirier, le poivron, la pomme de terre, la courge, le tabac et le blé.

AMMONIAC

Des accidents survenus en cours d'entreposage, de transport ou d'épandage d'engrais à base d'ammoniac anhydre ou d'ammoniaque liquide ont permis ces dernières années en Ontario d'observer à maintes reprises les dommages que l'ammoniac peut causer à la végétation. Ces accidents entraînent habituellement la libération dans l'atmosphère de grandes quantités d'ammoniac pendant des périodes relativement brèves et endommagent sévèrement la végétation environnante.

On doit habituellement attendre plusieurs jours avant que les symptômes ne soient complètement apparus sur la végétation atteinte. Ils prennent alors la forme de zones nécrotiques irrégulières et décolorées sur les deux faces des feuilles. On voit souvent sur les graminées des stries nécrotiques internervales rougeâtres ou une décoloration sombre de la face supérieure des feuilles. Les fleurs, les fruits et les tissus ligneux ne sont généralement pas atteints. Dans le cas des arbres fruitiers, ces derniers peuvent se rétablir de blessures graves une fois que de nouvelles feuilles ont poussé (*figure 4*). Les espèces sensibles comprennent le pommier, l'orge, les haricots, le trèfle, le radis, le framboisier et le soya. Figurent parmi les espèces résistantes la luzerne, la betterave, la carotte, le maïs, le concombre, l'aubergine, l'oignon, le pêcher, la rhubarbe et la tomate.

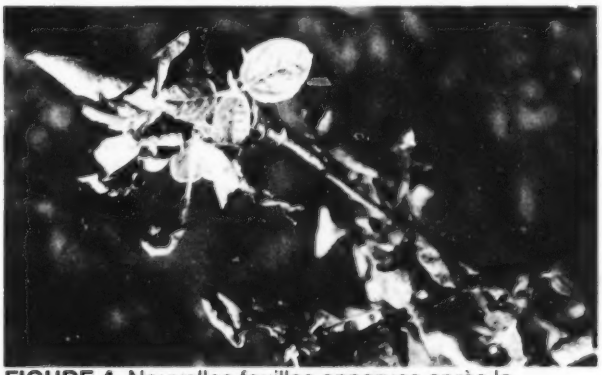

FIGURE 4. Nouvelles feuilles apparues après la fumigation sur un pommier se remettant de dommages importants causés par de l'ammoniac.

PARTICULES

Les particules, comme la poussière de ciment, la chaux dolomitique en poudre et la suie carbonique, qui se déposent sur la végétation peuvent nuire à la respiration normale et aux mécanismes de la photosynthèse à l'intérieur de la feuille. La poussière de ciment peut provoquer la chlorose et la mort des tissus foliaires par la combinaison d'une croûte épaisse et de la toxicité alcaline produite par temps humide. L'enduit de poussière (*figure 5*) peut aussi nuire à l'action normale des pesticides et autres produits chimiques agricoles qu'on pulvérise sur le feuillage. De plus, l'accumulation de poussières alcalines dans le sol peut élever le pH du sol à des niveaux dommageables pour la croissance des cultures.

FIGURE 5. Poussière de ciment recouvrant les feuilles et les fruits d'un pommier. La poussière n'a pas du tout endommagé les feuilles, mais a empêché un traitement de prérécolte d'agir.

ENQUÊTE SUR LES DOMMAGES CAUSÉS À LA VÉGÉTATION PAR LA POLLUTION ATMOSPHÉRIQUE

Le ministère de l'Environnement aurveille la qualité de l'air dans 33 postes répartis dans toute la province. Cetains postes sont situés en mileu urbain, d'autres en milieu rural, et on y surveille les 6 principaux polluants, soit l'anhydride sulfureux, l'ozone, le dioxyde d'azote, le soufre réduit total, le monoxyde de carbone, et les particules en suspension. Le dépistage est réalisé en temps réel à toutes les heures. Les concentrations de polluants sont converties en un Indice de la qualité de l'air (IQA), la valeur d'indice la plus faible indiquant un air plus sain. Les indices dépassant la barre de 50 peuvent causer des dommages aux cultures.

RENSEIGNEMENTS SUR LA QUALITÉ DE L'AIR EN ONTARIO

Pour les messages en anglais sur les lectures et prévisions de la qualité de l'air, on peut composer le 1 800 387-7768 ou le 416 246-0411 (région de Toronto). Les équivalents français de ces messages sont entendus au numéro 1 800 221-8852.

Pour des questions de nature générale sur l'indice de la qualité de l'air, le grand public est invité à composer le 416 235-6051 ou à envoyer un courriel à l'adresse officaq@ene.gov.on.ca.

Pour de plus amples renseignements sur la qualité de l'air, visiter le site Web du ministère à l'adresse www.ene.gov.on.ca, ou communiquer avec le Centre d'information publique au numéro 1 800 565-4923 ou à Toronto, au numéro 416 325-4000.

Nous remercions le Secrétariat d'État pour sa contribution financière à la réalisation de la présente fiche technique.

Cette fiche a été rédigée à l'origine par **R.G. Pearson** et **S.N. Linzon** du ministère de l'Environnement. Elle a été mise à jour par **Heather Griffiths**, spécialiste de la modélisation de la lutte intégrée contre les ennemis des cultures, MAAO, Ridgetown.

Centre d'information agricole
1 877 424-1300
ag.info@omaf.gov.on.ca

www.omaf.gov.on.ca

POD
ISSN 1198-7138
Also available in English
(Order No. 01-015)

Ontario

012101001016